

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takaji UMENO, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: FORCE DETECTING APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:  
Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-008104	January 16, 2003
Japan	2003-197740	July 16, 2003
Japan	2003-360588	October 21, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_  
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年 1月16日  
Date of Application:

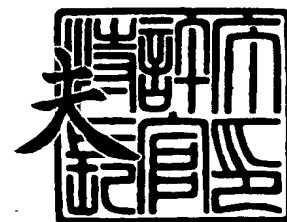
出願番号                      特願2003-008104  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2003-008104]

出願人                      株式会社豊田中央研究所  
Applicant(s):

2003年12月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号    出証特2003-3104002

【書類名】 特許願

【整理番号】 TCP-00198

【提出日】 平成15年 1月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 5/16

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

    【氏名】 梅野 孝治

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

    【氏名】 浅野 勝宏

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

    【氏名】 渡辺 良利

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

    【氏名】 菅井 賢

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

    【氏名】 浅海 周

【特許出願人】

    【識別番号】 000003609

    【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

## 【代理人】

【識別番号】 100079049  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 中島 淳  
【電話番号】 03-3357-5171

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084995  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 加藤 和詳  
【電話番号】 03-3357-5171

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9102478

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モーメント検出装置及びタイヤ発生力検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転体が回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を各々発生すると共に、該発生される信号の位相が異なるように予め定められた位置に配置された複数の信号発生手段と、

前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号に基づいて、前記回転軸の位置ずれ量に対応する特徴量を検出する特徴量検出手段と、

前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と前記回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係と、前記検出手段により検出された前記特徴量と、に基づいて、前記回転軸に加わるモーメントを検出するモーメント検出手段と、

を備えたモーメント検出装置。

【請求項 2】 前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号から、周期が前記回転体の回転角及び前記回転軸の位置ずれに対応するパルスが発生するパルス発生手段と、

を備え、

前記特徴量検出手段は、前記パルス発生手段により発生された前記パルスから、前記特徴量を検出する、

ことを特徴とする請求項 1 記載のモーメント検出装置。

【請求項 3】 前記特徴量検出手段は、

前記回転体の 1 周期内の前記パルス発生手段により発生された各パルスの周期と、前記回転体の 1 周期内の前記回転体の回転速度の平均値と、から、前記回転軸の位置変化に伴う回転体の各パルス毎の速度変動率を求める速度変動率算出手段と、

前記求められた回転体の速度変動率の所定の高次成分を前記特徴量として検出する高次成分算出手段と、

から構成されたことを特徴とする請求項 2 記載のモーメント検出装置。

【請求項 4】 前記信号発生手段は、前記回転体と前記回転軸側の固定子との間の磁束の大きさに基づいて、前記信号を発生することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載のモーメント検出装置。

【請求項 5】 前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の位相差に依存する量を前記特徴量として検出することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載のモーメント検出装置。

【請求項 6】 前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の積をとることにより生成される信号のオフセット量を前記特徴量として検出することを特徴とする請求項 5 に記載のモーメント検出装置。

【請求項 7】 前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の差をとることにより生成される信号の振幅に依存する量を前記特徴量として検出することを特徴とする請求項 1 に記載のモーメント検出装置。

【請求項 8】 前記回転軸の軸剛性は前記力のモーメントであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載のモーメント検出装置。

【請求項 9】 車両に取付けられたタイヤが回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を各々発生すると共に、該発生される信号の位相が異なるように予め定められた位置に配置された複数の信号発生手段と、

前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号に基づいて、前記回転軸の位置ずれ量に対応する特徴量を検出する特徴量検出手段と、

前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と前記回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係、前記検出手段により検出された前記特徴量、及び前記タイヤの機構情報に基づいて、タイヤと路面との間に発生するタイヤ発生力を検出するタイヤ発生力検出手段と、

を備えたタイヤ発生力検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

**【0002】****【従来の技術】**

従来、タイヤに発生る前後力、セルフライニングトルク、及び横力などのタイヤ発生力は、車輪の横滑りを防止する際に、車両の運動を知るために必要となっている。

**【0003】**

特許文献1には、サスペンション内のナックルに歪ゲージを埋め込み、タイヤ発生力を求めることが開示されており、特許文献2には、タイヤ表面に磁気マーカを埋め込み、磁気変化を検出して、タイヤ発生力を求めることが開示されている。

**【0004】****【特許文献1】**

特開平04-331336号公報

**【特許文献2】**

特表平10-506346号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記いずれの技術も、ナックルやタイヤに多くの加工を必要とし、信頼性の高いものとは言えない。

**【0006】**

本発明は、上記事実に鑑みなされたもので、信頼性の高いモーメント検出装置及びタイヤ発生力検出装置を提供することを目的とする。

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため請求項1記載の発明にかかるモーメント検出装置は、回転体が回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を各々発生すると共に、該発生する信号の位相が異なるように予め定められた位置に配置された複数の信号発生手段と、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号に

基づいて、前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量を検出する特徴量検出手段と、前記回転軸の位置ずれ量に対応する特徴量と前記回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係と、前記検出手段により検出された前記特徴量と、に基づいて、該モーメントを検出するモーメント検出手段と、を備えている。

#### 【0008】

本発明にかかるモーメント検出装置は、各々発生する信号の位相が異なるように予め定められた位置に配置された複数の信号発生手段を備えている。複数の信号発生手段各々は、回転体が回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を発生する。なお、信号発生手段は、請求項4のように、前記回転体と前記回転軸側の固定子との間の磁束の大きさに基づいて、前記信号を発生する。例えば、信号発生手段は、前記回転体と前記回転軸側の固定子との間に発生する電磁誘導現象やホール効果（半導体にみられる）等に基づいて、前記信号を発生する。

#### 【0009】

前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号に基づいて、前記回転軸の位置ずれ量に対応する特徴量を検出する。

#### 【0010】

ここで、請求項2のように、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号から、周期が前記回転体の回転角及び前記回転軸の位置ずれに対応するパルスが発生するパルス発生手段を備えた場合、前記特徴量検出手段は、前記パルス発生手段により発生された前記パルスから、前記特徴量を検出する。

#### 【0011】

この場合、請求項3のように、特徴量検出手段は、前記回転体の1周期内の前記パルス発生手段により発生された各パルスの周期と、前記回転体の1周期内の前記回転体の回転速度の平均値と、から、前記回転軸の位置変化に伴う回転体の各パルス毎の速度変動率を求める速度変動率算出手段と、前記求められた回転体の速度変動率の所定の高次成分を前記特徴量として検出する高次成分算出手段と、から構成されるようにしてもよい。

#### 【0012】



また、請求項5のように、特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の位相差に依存する量を前記特徴量として検出するようにしてもよい。

#### 【0013】

この場合、請求項6のように、前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の積をとることにより生成される信号のオフセット量を前記特徴量として検出するようにしてもよい。

#### 【0014】

更に、請求項7のように、前記特徴量検出手段は、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号の差をとることにより生成される信号の振幅に依存する量を前記特徴量として検出するようにしてもよい。

#### 【0015】

そして、モーメント検出手段は、前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と前記回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係と、前記検出手段により検出された前記特徴量と、に基づいて、該モーメントを検出する。

#### 【0016】

なお、前記回転軸の軸剛性は前記力のモーメントとしてもよい。

#### 【0017】

以上説明したように本発明は、回転体が回転する基準となりかつ回転平面と平行な成分の力が加わると位置がずれる固定子側の回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する複数の信号に基づいて、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量を検出し、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係と、検出された特徴量と、に基づいて、該モーメントを検出する。よって、信頼性の高いモーメント検出装置を提供することができる。

#### 【0018】

請求項9記載の発明のタイヤ発生力検出装置は、車両に取付けられたタイヤが回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を各々発生すると共に、該

発生される信号の位相が異なるように予め定められた位置に配置された複数の信号発生手段と、前記複数の信号発生手段各々により発生された前記信号に基づいて、前記回転軸の位置ずれ量に対応する特徴量を検出する特徴量検出手段と、前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と前記回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係、前記検出手段により検出された前記特徴量、及び前記タイヤの機構情報に基づいて、タイヤと路面との間に発生するタイヤ発生力を検出するタイヤ発生力検出手段と、を備えている

このように本発明は、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係、検出された特徴量、及びタイヤの機構情報に基づいて、タイヤと路面との間に発生するタイヤ発生力を検出するので、信頼性の高いタイヤ発生力検出装置を提供することができる。

#### 【0019】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の第1の実施の形態を説明する。

#### 【0020】

図1に示すように、本実施の形態に係るモーメント検出装置を備えたタイヤ発生力計算装置は、回転センサであるレゾルバ12と、レゾルバ12に接続されたレゾルバ/デジタル変換器(R/D変換器という)14と、R/D変換器14に接続されたタイヤ発生力計算器16と、を備えている。

#### 【0021】

図2に示すように、レゾルバ12は、図示しない回転体としてのタイヤが回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる車軸の位置変化及び該タイヤの回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を発生すると信号発生手段としての複数、例えば2つのコイル12B1、12B2を備えて構成されている。例えば、レゾルバ12は、タイヤに設けられた回転変圧器(回転トランス)12Aと、回転変圧器(回転トランス)12Aの出力側のコイルと電磁誘導現象により上記信号を発生するコイル12B1、12B2と、により構成する。なお、コイル12B1、12B2は、各々の出力する信号E<sub>c</sub>、E<sub>s</sub>の位相が、例えば、90°ずれるように、予め定められた位置に配置されている。

## 【0022】

図3に示すように、R/D変換器14は、レゾルバ12からの信号 $E_c$ 、 $E_s$ から、周期がタイヤの回転角の及び車軸の位置ずれに対応するパルスを発生する。なお、R/D変換器14は、パルス発生手段に対応する。より詳細には、レゾルバ12からの信号 $E_c$ 、 $E_s$ の一方の信号 $E_s$ が入力され、信号 $E_s$ に $\cos \phi$ を乗算する乗算器22と、他方の信号 $E_c$ が入力され、信号 $E_c$ に $\sin \phi$ を乗算する乗算器24と、を備えている。乗算器22及び乗算器24には、乗算器22からの出力から乗算器24の出力を減算する減算器26が接続されている。減算器26には、同期整流器28が接続され、同期整流器28には電圧制御発信器（以下、VCOという）30が接続され、VCO30には、カウンタ32が接続されている。カウンタ32の出力端は、乗算器22及び乗算器24と共に、タイヤ発生力計算器16に接続されている。

## 【0023】

タイヤ発生力計算器16は、カウンタ32の出力に基づいて、車軸の位置ずれ量に対応する特徴量を検出し、車軸の位置ずれによって変化する特徴量と車軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係、例えば、本実施の形態では、車軸の位置ずれによって変化する特徴量とモーメントとの関係と、該検出された特徴量と、に基づいて、該モーメントを検出する図示しないIC素子等で構成されている。

## 【0024】

次に、本実施の形態におけるタイヤ発生力を検出する原理を説明する。

## 【0025】

車両をスラローム走行させた場合には、車両には横力がかかる。横加速度が図4に示すように徐々に大きくなった場合、車輪速センサにより検出された車輪速は、横加速度が発生しても、それほど変化しないが、上記説明したレゾルバの出力信号は、横加速度の絶対値が大きくなるに従い、即ち、横力が大きくなるに従い、振幅に乱れが生じている。即ち、横力の大きさに対応してレゾルバの出力信号の振幅が変化する。

## 【0026】

即ち、タイヤの軸に横力がかかると、モーメントが発生し、これにより、軸の位置ずれが生ずる。軸の位置ずれが生じないと、回転変圧器 12 A の出力側のコイルと車両側のコイル 12 B 1、12 B 2 との間のギャップは変化がないが、軸の位置ずれが生ずると、回転変圧器 12 A の出力側のコイルと車両側のコイル 12 B 1、12 B 2 との間のギャップが変化する。これにより、各々の磁気抵抗が変化し、コイル 12 B 1、12 B 2 各々に発生する誘導電圧に変化が生ずる。

#### 【0027】

そして、車軸の位置ずれによって変化する特徴量とモーメントとの関係は、所定の実験装置などにより予め定められる。

#### 【0028】

よって、車軸の位置ずれによって変化する特徴量とモーメントとの予め定めた関係と、今回得られた特徴量と、から、モーメントを得ることでき、従って、得られたモーメントから、タイヤに発生する前後力、セルフライニングトルク、及び横力などのタイヤ発生力を求めることができる。

#### 【0029】

次に、本実施の形態の作用を説明する。

#### 【0030】

図 2 に示すように、レゾルバ 12 の回転変圧器 12 A に、高周波数の  $E \sin \omega t$  ( $\omega = 20 \text{ kHz}$  等) の交流電圧を加えると、電磁誘導により、コイル 12 B 2、12 B 1 にそれぞれ、

#### 【0031】

【数 1】

$$\begin{aligned} E_c &= KE \cos \theta \sin \omega t \\ E_s &= KE \sin \theta \sin \omega t \end{aligned}$$

#### 【0032】

の電圧が誘導される。ここで、K は結合係数である。上記式から理解されるように、誘導される電圧は、タイヤの回転角  $\theta$  に応じ大きさが変化する。

#### 【0033】

図 3 に示すように、レゾルバ 12 からの信号  $E_c$ 、 $E_s$  の一方の信号  $E_s$  は乗

算器 22 に入力され、信号  $E_s$  に  $\cos \phi$  が乗算され、他方の信号  $E_c$  は乗算器 24 に入力され、信号  $E_c$  に  $\sin \phi$  が乗算される。乗算器 22 及び乗算器 24 各々の出力は、乗算器 22 からの出力から乗算器 24 の出力を減算する減算器 26 に入力される。このように、減算器 26 は、乗算器 22 からの出力から乗算器 24 の出力を減算するので、出力する電圧は、

【0034】

【数 2】

$$\begin{aligned} KE \sin \omega t (\sin \theta \cos \phi - \cos \theta \sin \phi) \\ = KE \sin \omega t \sin(\theta - \phi) \end{aligned}$$

【0035】

となる。

【0036】

同期整流器 28 には、レゾルバ 12 に入力される  $E \sin \omega t$  と、減算器 26 から上記式で表される電圧と、が入力され、減算器 26 から上記式で表される電圧から  $\sin \omega t$  の部分を除去して、 $KE \sin(\theta - \phi)$  を VCO 30 に入力する。

【0037】

VCO 30 は、 $\sin(\theta - \phi)$  の大きさに対応する数のパルスのカウンタ 32 に出力する。カウンタ 32 は、VCO 30 からのパルスの出力が止まるまで、 $\phi$  の値を調整する。これにより、 $\sin(\theta - \phi) = 0$ 、即ち、 $\theta = \phi$  となる。

【0038】

以上は、R/D 変換器の原理であり、車軸の位置ずれが生じない場合について説明した。一方、図 5 に示すように、車軸に横力がかかり位置が  $\gamma$  ずれ、コイル 12B1、12B2 にそれぞれ、 $\delta s$ 、 $\delta c$  の位相のずれが生じたとすると次のようになる。

【0039】

即ち、コイル 12B2、12B1 に誘導される電圧は、

【0040】

## 【数 3】

$$E_c = KE \cos(\theta + \delta_c) \sin \omega t$$

$$E_s = KE \sin(\theta - \delta_s) \sin \omega t$$

## 【0041】

となり、これらが乗算器 24、22 に入力される。減算器 26、同期整流器 28 を介して、VCO30 とカウンタ 32 は、

## 【0042】

## 【数 4】

$$\sin(\theta - \delta_s) \cos \phi - \cos(\theta + \delta_c) \sin \phi \rightarrow 0$$

## 【0043】

となるような  $\phi$  を求めることとなる。その結果、カウンタ 32 からは、上記式を解いた次の値である、周期がタイヤの回転角及び車軸の位置ずれに対応するパルス、タイヤ発生力計算機 16 に入力される。

## 【0044】

## 【数 5】

$$\phi = \theta + \frac{1}{2} \{ (\delta_c - \delta_s) - (\delta_c + \delta_s) \cos 2\theta \}$$

## 【0045】

タイヤ発生力計算機 16 は、図 6 にフローチャートで示した制御ルーチンを実行する。

## 【0046】

即ち、ステップ 42 で、R/D 変換器 14 からの各パルス周期の 1 回転平均に対する速度変動率を検出する。なお、本ステップは、速度変動率算出手段に対応する。

## 【0047】

即ち、R/D 変換器 14 からの各パルスの周期（パルスの時間微分）を求める。これにより、

## 【0048】

【数 6】

$$\hat{V} = V + V(\delta_c + \delta_s)\sin 2\theta$$

【0049】

が求められる。このパルスの周期と、タイヤの回転速度の平均値と、から、以下の式の左辺を計算することにより、速度変動率を求める。なお、この速度変動率があるので、車軸が位置ずれした場合に、速度が周期的に変動する。

【0050】

【数 7】

$$\frac{\hat{V} - V}{V} = (\delta_c + \delta_s)\sin 2\theta$$

【0051】

この式から理解されるように、タイヤの半回転で 1 周期、即ち、タイヤの回転の 2 倍の周波数となる。なお、これは、極数が 2 の場合である。一般的には、極数を P とすると、速度変動率の周期は回転数の周波数の P 倍となる。なお、図 12 には、極数が 8 の場合の車輪速の主輪を、車両の進行方向からずれていない場合（スリップ角  $0^\circ$ ）と、車両を旋回させ横力を発生させた場合（スリップ角  $4^\circ$ ）についての車輪速の結果が示されている。図 12 に示すように、レゾルバ 12 からの信号は、タイヤ 1 回転の間に、8 周期の信号を出力する。

【0052】

また、上記式の振幅（ $\delta_c + \delta_s$ ）は、回転速度には無関係である、即ち、作動位相シフトとなっている。

【0053】

そして、タイヤ 1 回転に渡って、各パルス周期についてタイヤの回転速度の変動率を求める。

【0054】

ここで、速度変動率を求める具体的内容を説明する。RD 変換機がレゾルバ 1 回転で 16 ビットの角度分解能をもつように設計されると、図 16 (A) に示すように、上記レジスタの MSB の時系列信号を見ると、1 回転で 1 パルスの信号

が立ち、LSBでは、1回転 $2^{15}$ 個（32768個）のパルスが立つことになる。即ち、このレジスタのどのビットを見るかで1回転に立つパルス数が増える。例えば、図16（A）におけるP位置においては、256パルスの信号が現れる。

#### 【0055】

そこで、実際の回転速度を求めるには、パルス発生毎にその周期、例えば、図16（B）に示すように、立ち上がりエッジ、又は、立下りエッジ同士の間隔を計測し、1回転分（256パルス分）のパルス周期の総和を256で割って平均パルス周期を求め、その周期の逆数に所定の定数を掛けることで、タイヤの回転速度の平均（平均車輪速）を求めることができる。

#### 【0056】

しかし、本実施の形態では、タイヤの回転速度の変動率を求めるので、タイヤの回転速度自体を求める必要がなく、タイヤの回転速度の変動率を、  
パルス周期の変動率＝パルスの周期／平均パルス周期  
の式により近似的に求めている。

#### 【0057】

次のステップ44で、各パルス周期の速度変動率の所定の高次成分を求める、即ち、各パルス周期の速度変動率を回転角 $2\theta$ に関してフーリエ変換する。これにより、数7における振幅（ $\delta c + \delta s$ ）である、差動位相シフト量が求められる。なお、本ステップ44は、高次成分算出手段に対応する。

#### 【0058】

ところで、所定の実験装置により、差動位相シフト量とモーメントとの関係を、速度を変化させると共に車重を変えて求めてプロットしたところ、図7に示す関係が求められた。なお、図7の例では、車重 $F_z$ を2000N、3000Nと変化させ、その各々において、速度を20、40、60（km/h）と変化させた例を示している。このように、差動位相シフト量とモーメントとの関係は、車軸の軸受け剛性で決定される。

#### 【0059】

なお、図7の例では、差動位相シフト量は次のように補正した値を用いている。即ち、車軸に横力が加わっていない状態で、差動位相シフト量を求めると、図



8に示すように、0とはならず、ある一定の値をとる。これは、レゾルバ12の加工精度等により、差動位相シフト量（レゾルバ固有のオフセット量）が発生する。上記求められた差動位相シフト量からオフセット量を差し引いたものが、図7の縦軸である補正差動位相シフト量となる。なお、オフセット量を差し引かなくても差動位相シフト量とモーメントとの関係をマップ等を持っていたりすれば問題はない。

#### 【0060】

以上説明したように本実施の形態では、差動位相シフト量とモーメントとの関係を、マップ、データテーブル、関係式等により予め記憶しており、ステップ46では、ステップ44において求められた差動位相シフト量と、この関係と、から、モーメントを検出する。

#### 【0061】

そして、ステップ48で、求められたモーメントと、タイヤの機構情報と、から、タイヤ発生力を計算する。

#### 【0062】

例えば、図9に示すように、横力によるモーメント $M_x$ は、タイヤ半径 $R$ と横力 $F_y$ との積により求められるので、上記求められたモーメント $M_x$ をタイヤ半径 $R$ で除算することにより、横力 $F_y$ を計算する。

#### 【0063】

以上の内容を、レゾルバを装着した実験車においてスラローム走行して実験してみたところ、図10（A）及び図10（B）に示すように、横加速の増加に伴い、差動位相シフト量が増加している。

#### 【0064】

そして、図11（A）に示すように、補正差動位相シフト量とモーメントとの関係を予め求め、この関係から具体的にモーメントを求めたものが図11の単線で示した値である。これは、実測値（実線で示されている）とよく対応している。

#### 【0065】

よって、本実施の形態では、信頼性の高いモーメント検出装置及びタイヤ発生

力検出装置を提供することができる。

【0066】

なお、本実施の形態では、コイルや鉄心を主構成としているので、壊れ難い。

【0067】

次に、第2の実施の形態を説明する。本実施の形態では、前述した第1の実施の形態と同様の構成部分があるので、同一部分には同一の符号を付してその説明を省力し、異なる部分について説明する。

【0068】

図13に示すように、本実施の形態にかかるモーメント検出装置を備えたタイヤ発生力計算装置は、レゾルバ12と、タイヤ発生力計算器16と、の間に次の機器を備えている。

【0069】

信号E<sub>s</sub>が入力され、該信号E<sub>s</sub>を平滑化处理する平滑化处理回路82と、信号E<sub>c</sub>が入力され、該信号E<sub>c</sub>を平滑化处理する平滑化处理回路84と、を備えている。平滑化处理回路82、84は、平滑化された信号E<sub>s</sub>及び信号E<sub>c</sub>を乗算する乗算器86に接続されている。なお、信号E<sub>s</sub>及び信号E<sub>c</sub>を乗算した後、平滑化处理する構成であってもよい。

【0070】

乗算器86には、パルス波形整形器88が接続され、パルス波形整形器88には、片エッジパルス検出器90が接続され、片エッジパルス検出器90及び乗算器86は、積分器92が接続され、積分器92の出力側はタイヤ発生力計算器16に接続されている。

【0071】

次に、本実施の形態の作用を説明するが、前述した第1の実施の形態の作用と同一部分は説明を省略する。

【0072】

レゾルバ12からの上記信号E<sub>c</sub>、E<sub>s</sub>はそれぞれ平滑化处理回路82、平滑化处理回路84により平滑化处理され、平滑化された信号E<sub>s</sub>及び信号E<sub>c</sub>は、乗算器86により乗算される。

【0073】

これにより、以下の式が求められる。

【0074】

【数8】

$$\begin{aligned} E_c \cdot E_s &= (KE \sin \omega t)^2 \cos(\theta + \delta_c) \sin(\theta - \delta_s) \\ &= \frac{1}{2} (KE \sin \omega t)^2 \{ \sin(2\theta + \delta_c - \delta_s) - \sin(\delta_c + \delta_s) \} \end{aligned}$$

【0075】

これは図14に示すグラフとなる。即ち、即ち、振幅（ $(1/2)(KE \sin \omega t)^2$ ）の包絡線上に  $\sin(2\theta + \delta_c - \delta_s)$  の曲線が乗り、大きさが車軸の位置ずれ量に対応する  $\sin(\delta_c + \delta_s)$  のオフセットが発生している。

【0076】

ところで、上記のように平滑化されるので、平滑化された信号  $E_s$  及び信号  $E_c$  の乗算器86により乗算して、上記包絡線上に対応する信号を求める。これを1周期で平均すると上記オフセット値が求められる。この平均化するための処理は、乗算器86により乗算して得られた信号を1周期に渡って積分する。

【0077】

この1周期のタイミングは次のようにして求める。即ち、パルス波形整形器88により、乗算器86により乗算して得られた信号のゼロクロスポイントで、立ち上がり及び立下りが切り替わるパルス波形を整形する。片エッジパルス検出器90により、パルス波形整形器88により整形されたパルスの立ち上がり又は立下りを検出し、そのタイミングで信号を積分のリセット信号として積分器92に入力する。よって、積分器92は、乗算器86により乗算して得られた信号を1周期に渡って積分する。

【0078】

なお、上記オフセット量  $\sin(\delta_c + \delta_s)$  を求めるために、図14に示すように、乗算器86からの信号の最大値（MAX値）及び最小値（MIN値）の平均値（ $(MAX値 + MIN値) / 2$ ）をとってもよい。

【0079】

オフセット量  $\sin(\delta c + \delta s)$  を入力したタイヤ発生力計算機器 16 は、本実施の形態では、予め求められたオフセット量  $\sin(\delta c + \delta s)$  とモーメントとの関係（マップ、データテーブル、関係式等で記憶している）と、入力したオフセット量  $\sin(\delta c + \delta s)$  と、から、モーメントを求め、求めたモーメントからタイヤ発生力を計算する。

#### 【0080】

以上説明したように第2の実施の形態では、レゾルバ12からの上記信号  $E_c$ 、 $E_s$  を乗算し、乗算値を1周期に渡って積分することにより、大きさが車軸の位置ずれ量に対応するオフセット量から、モーメントを求め、モーメントからタイヤ発生力を求めるので、演算量を少なくすることができる。また、低速であっても応答性がよい。加減速時の精度を保てる。更に、路面外乱に強い。

#### 【0081】

次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。

#### 【0082】

図15に示すように、本実施の形態に係るモーメント検出装置は、回転体としての回転子102が回転する基準となりかつ力が加わると位置がずれる固定子側の回転軸の位置変化及び該回転子の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する信号を発生すると信号発生手段としての複数、例えば2つの各々同一構成のコイル106A1、106A2を備えている。即ち、2つのコイル106A1、106A2は、回転子102に設けられ、回転子102と共に回転する磁石104と、電磁誘導現象により上記信号を発生する。コイル106A1の一端はコイル106A2の一端に接続され、コイル106A1の他端及びコイル106A2の他端には、該発生された前記信号に基づいて、前記回転軸の位置ずれによって変化する特徴量を検出し、検出された特徴量から、モーメントを計算するモーメント計算器108が接続されている。

#### 【0083】

次に、本実施の形態の作用を説明する。

#### 【0084】

回転体102が磁石104を伴って回転すると、2つのコイル106A1、1

06A2は、る磁石104との間で電磁誘導現象により、誘導電圧を発生する。

**【0085】**

ところで、前述したように、コイル106A1の一端はコイル106A2の一端に接続され、コイル106A1の他端及びコイル106A2の他端は出力端となっているので、出力端の電圧は、コイル106A1、106A2に発生した誘導電圧V1、V2の差動電圧Vd ( $=V2 - V1$ ) となる。

**【0086】**

ここで、回転軸に力が発生せず、位置ずれが生じていないと、誘導電圧V1、V2は等しい値となり、差動電圧Vdは0となる。

**【0087】**

一方、回転軸に位置ずれが生じた場合、例えば、コイル106A1側にずれた場合には、コイル106A1側のギャップが減り、磁気抵抗が減少する。従って、誘導電圧V1が誘導電圧V2より大きくなる。従って、差動電圧Vdは0でなくなり、その差に等しい電圧が出力される。この差動電圧Vdの振幅は回転軸の位置ずれ量によって変化する。

**【0088】**

そして、モーメント計算器108は、予め差動電圧Vdの振幅とモーメントとの関係を、例えば、マップ、データテーブル、関係式等で記憶している。そして、モーメント計算器108は、入力した差動電圧Vdの振幅と該関係とから、モーメントを求める。

**【0089】**

更に、上記コイル106A、106Bは、ホール素子のような半導体の特性を利用した原理に基づく素子、その他、磁束の強さによって変化する出力をもつ性質のものであってもよい。

**【0090】**

**【発明の効果】**

以上説明したように請求項1乃至請求項8記載の発明は、上記のように構成したので、信頼性の高いモーメント検出装置を提供することができる、という効果を有する。

**【0091】**

請求項9記載の本発明は、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係、検出された特徴量、及びタイヤの機構情報に基づいて、タイヤと路面との間に発生するタイヤ発生力を検出するので、信頼性の高いタイヤ発生力検出装置を提供することができる、という効果を有する。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

第1の実施の形態に係るタイヤ発生力計算装置のブロック図である。

**【図2】**

レゾルバの構成図である。

**【図3】**

主としてR/D変換器を示したブロック図である。

**【図4】**

車両をスラローム走行させたときの、横加速度、車輪速、及びレゾルバ信号の関係を示したグラフである。

**【図5】**

回転軸がずれた際の各コイルに誘導される誘導電圧を示した図である。

**【図6】**

タイヤ発生力計算機が実行する制御ルーチンを示したフローチャートである。

**【図7】**

差動位相シフト量とモーメントとの関係を示したグラフである、。

**【図8】**

レゾルバ固有の差動位相シフト量のオフセット量を説明するための図である。

**【図9】**

モーメントと、タイヤ発生力の一つの横力との関係を示した図である。

**【図10】**

本実施の形態の実験結果であり、(A)は、車両をスラローム走行させたときの、横加速度、車輪速、及びレゾルバ信号の関係を示したグラフであり、(B)

は、(A) のグラフに対応する差動位相シフトの時間変化を示したグラフである。

【図 11】

図 10 に示した実験における実験結果であり、(A) は、補正差動位相シフト量とモーメントとの関係を示す図であり、(B) は、モーメントの推定結果と実測値とを合わせたグラフである。

【図 12】

極対数が 4 の場合のスリップ角が 0、4 度のときの車輪速を示したグラフである。

【図 13】

第 2 の実施の形態に係るタイヤ発生力計算装置のブロック図である。

【図 14】

レゾルバからの信号を乗算して得られた信号のグラフである。

【図 15】

第 3 の実施の形態に係るモーメント計算装置のブロック図である。

【図 16】

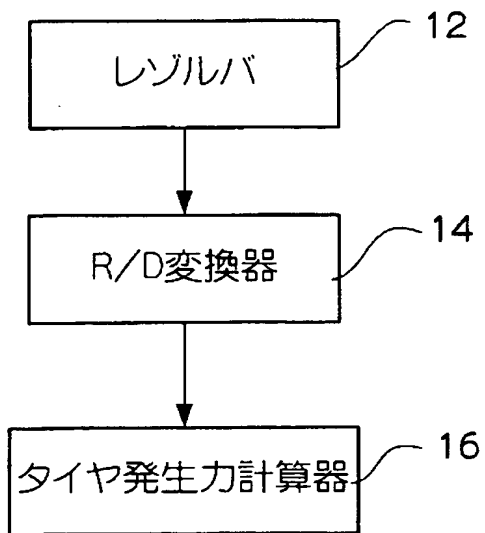
(A) 及び (B) は、レゾルバの信号からタイヤの回転速度を求める原理を説明する説明図である。

【符号の説明】

レゾルバ	12
R/D変換機	14
タイヤ発生力計算器	16

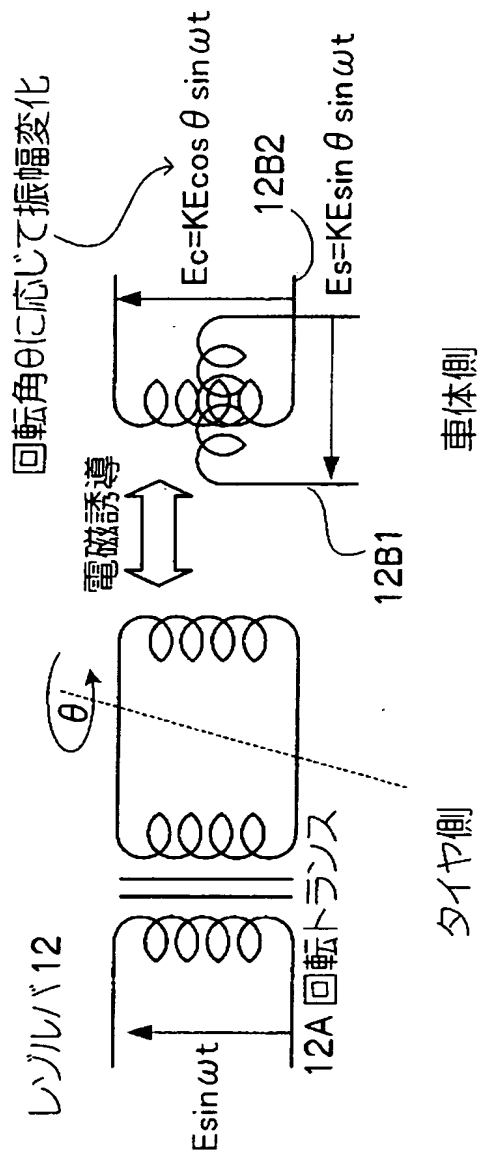
【書類名】 図面

【図 1】

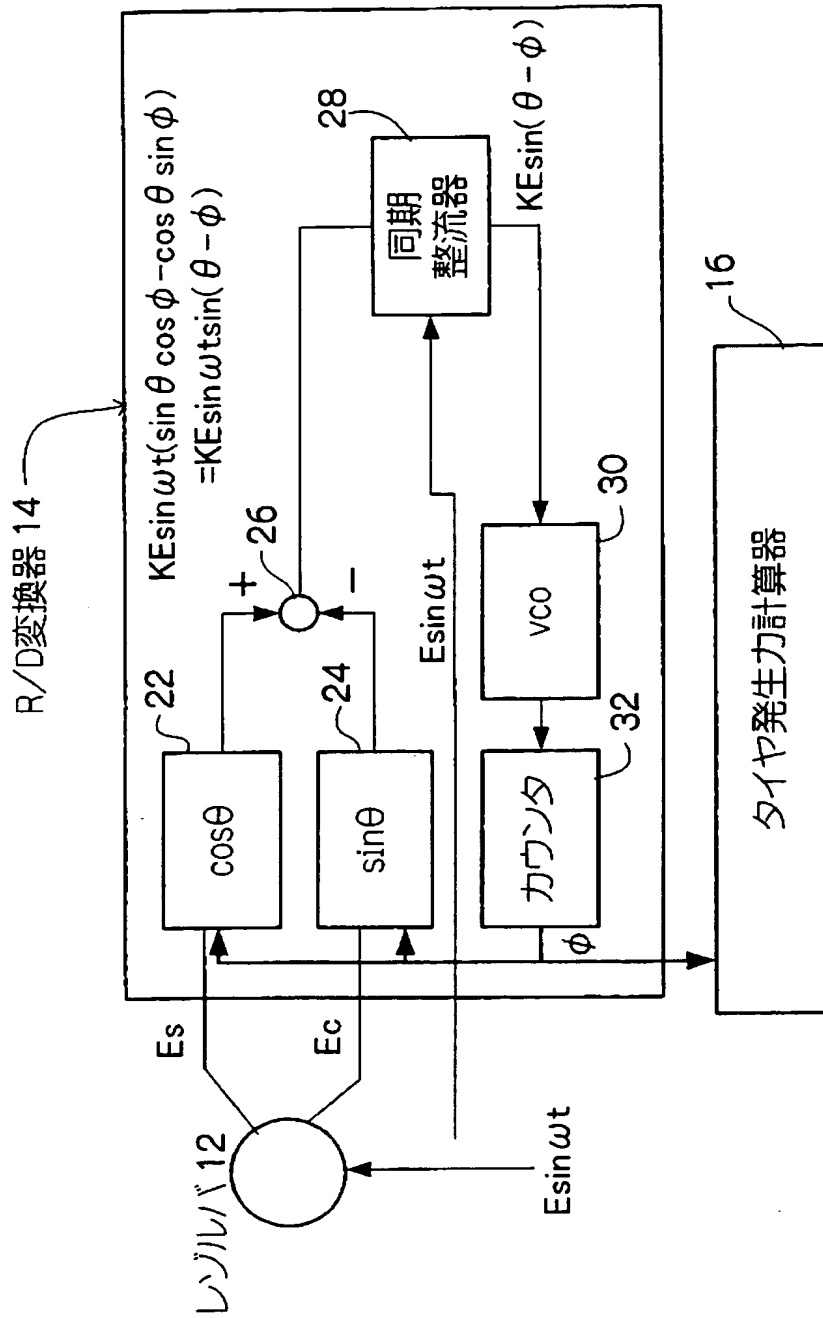




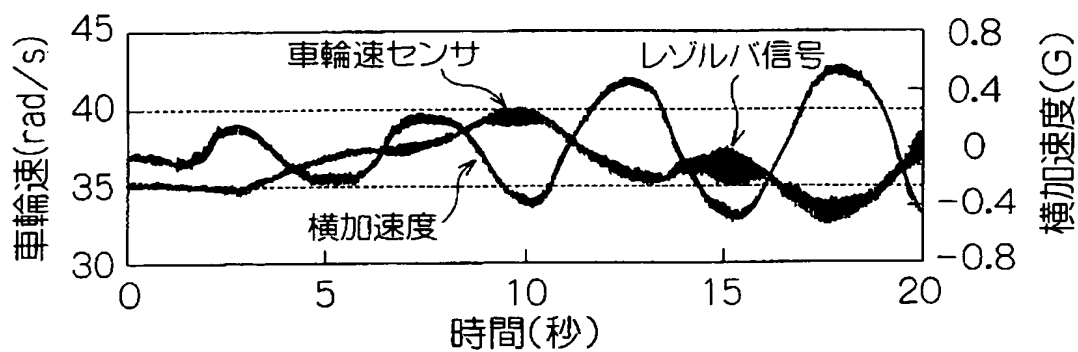
【図 2】



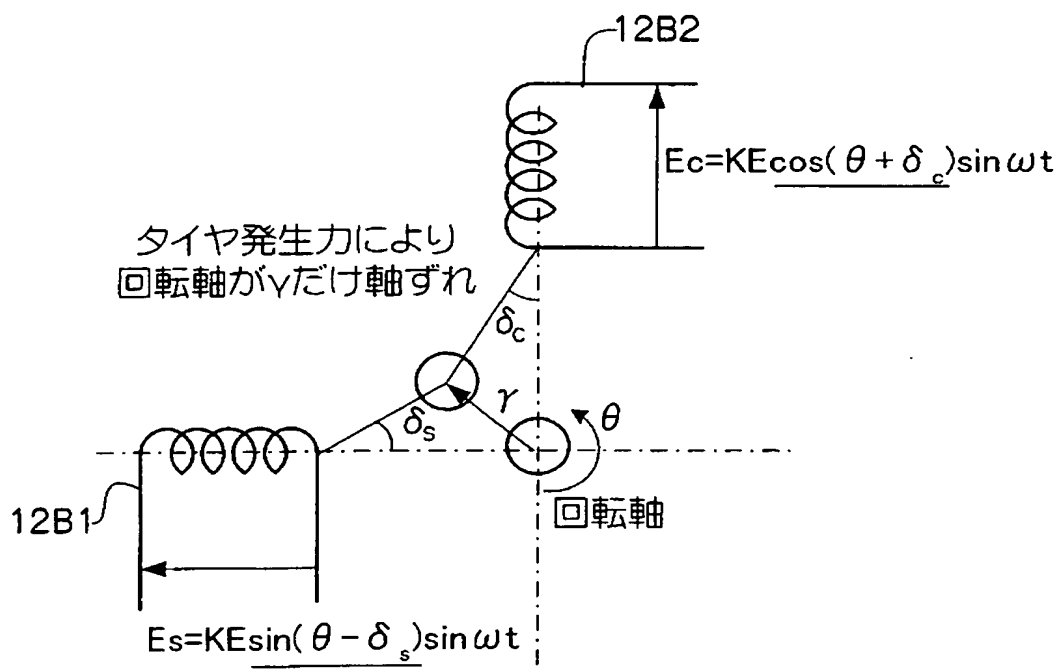
【図 3】



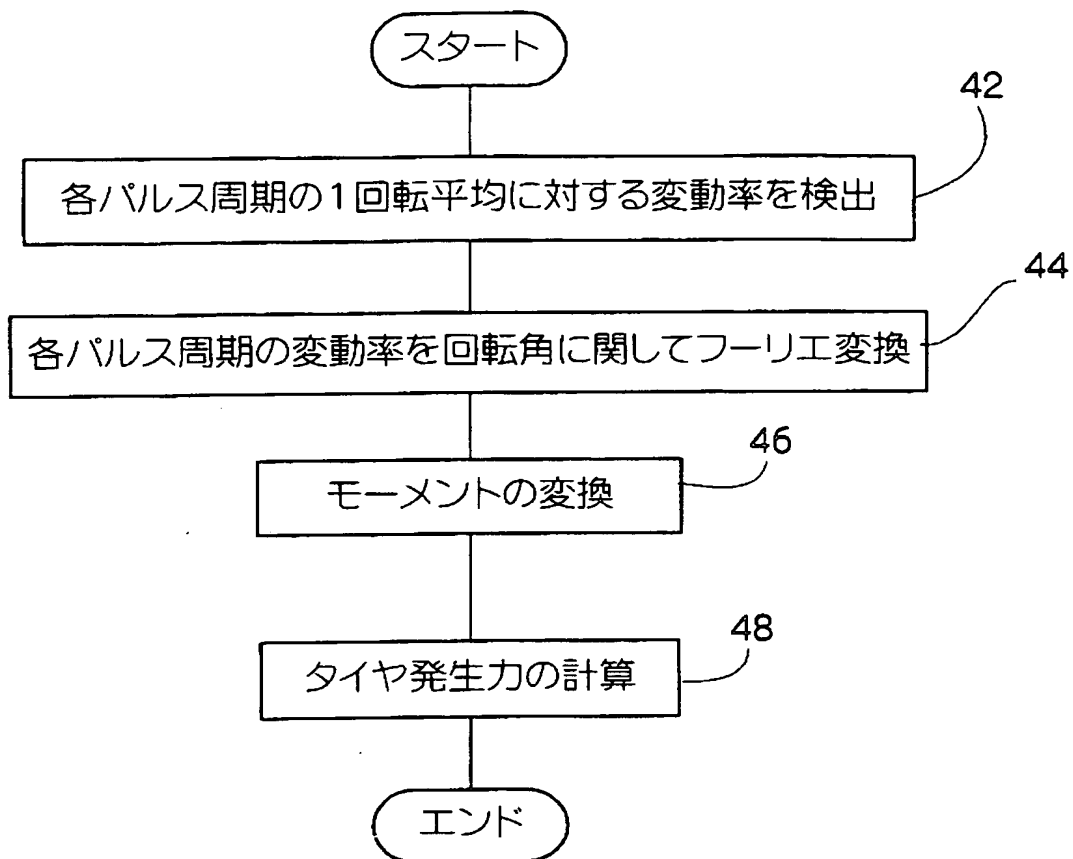
【図 4】



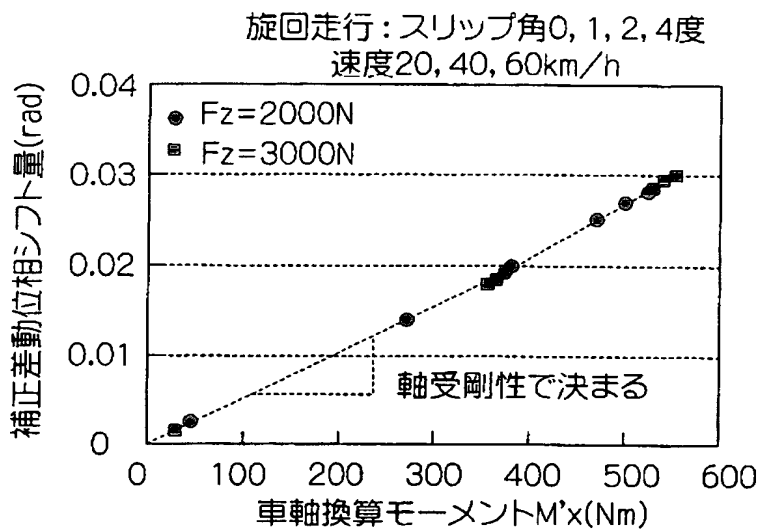
【図 5】



【図 6】

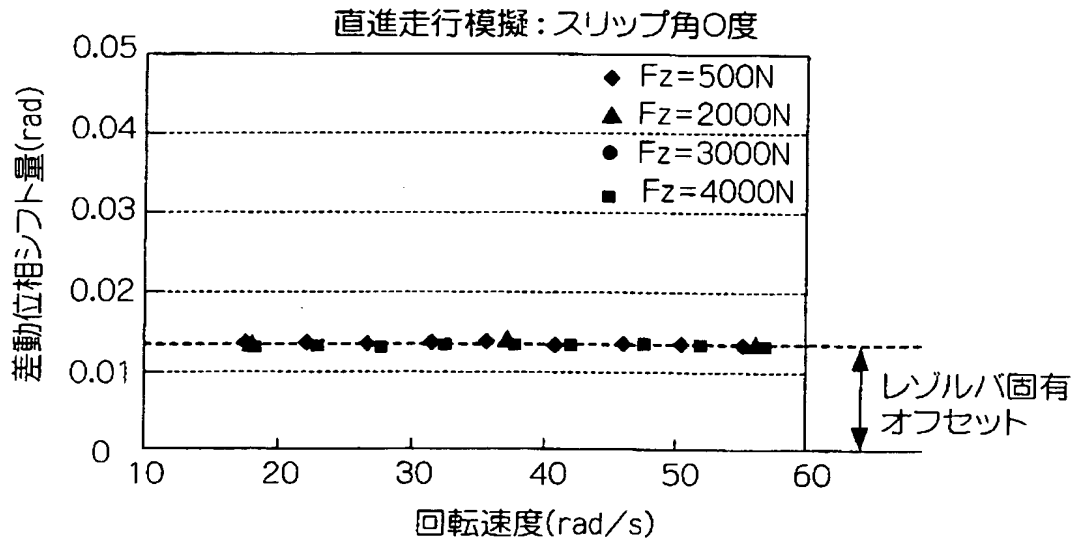


【図 7】

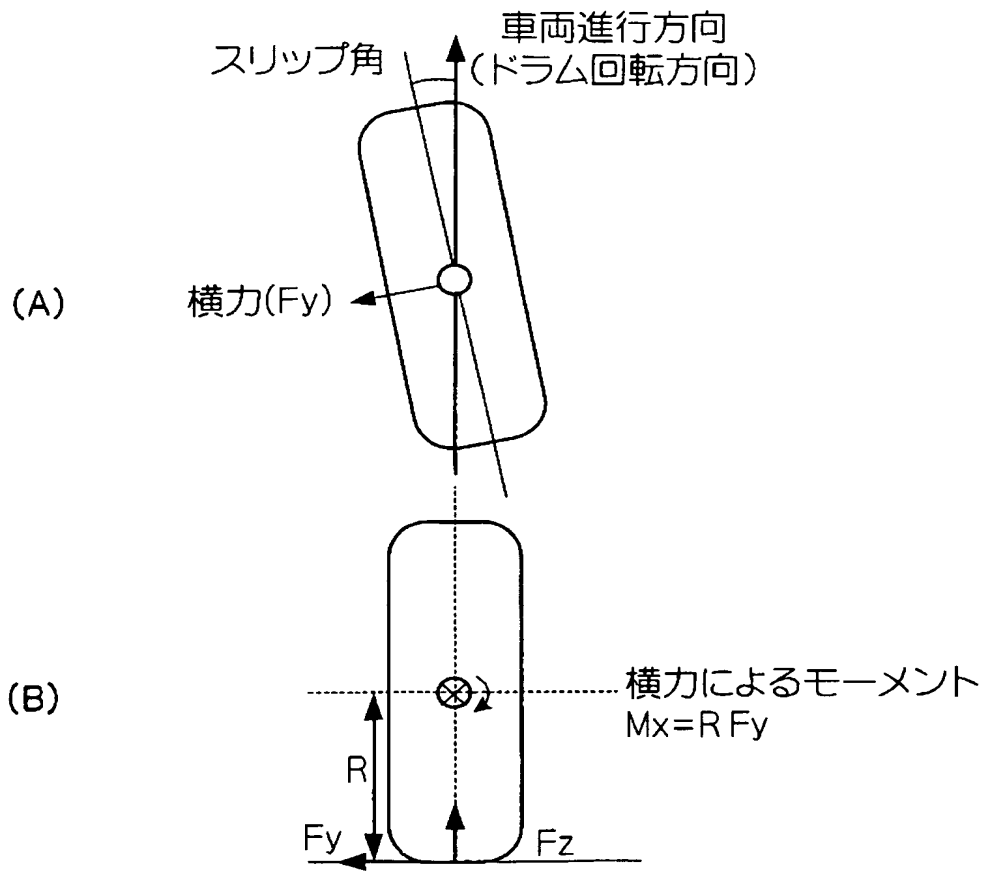


【図 8】

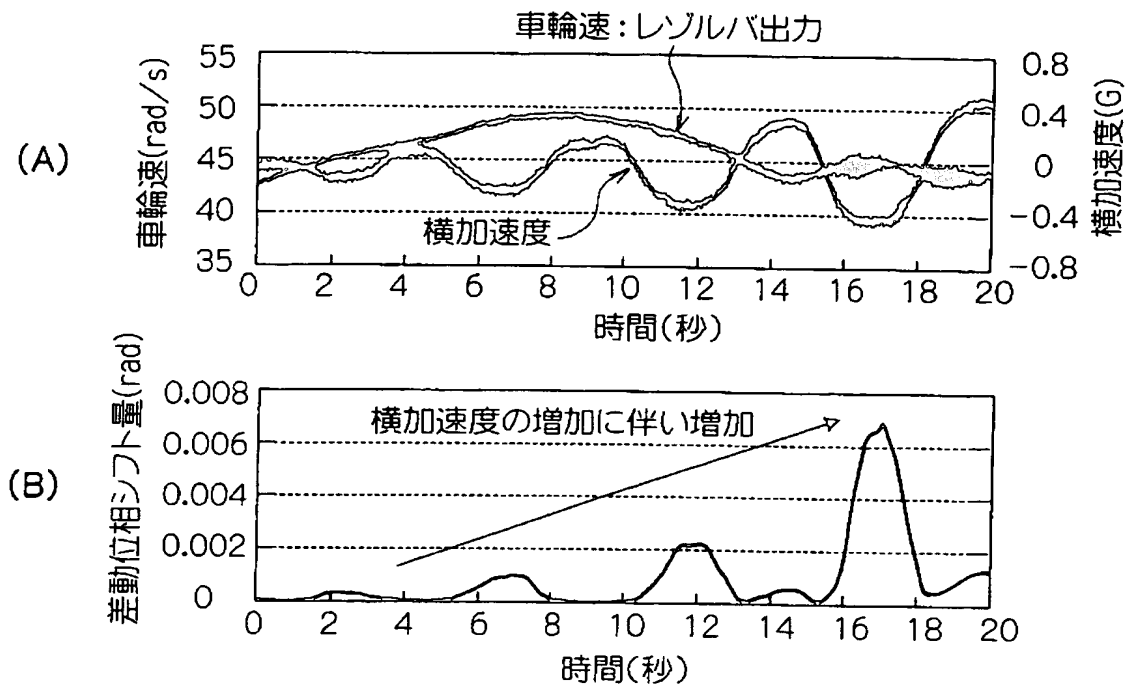
## 差動位相シフト量の補正



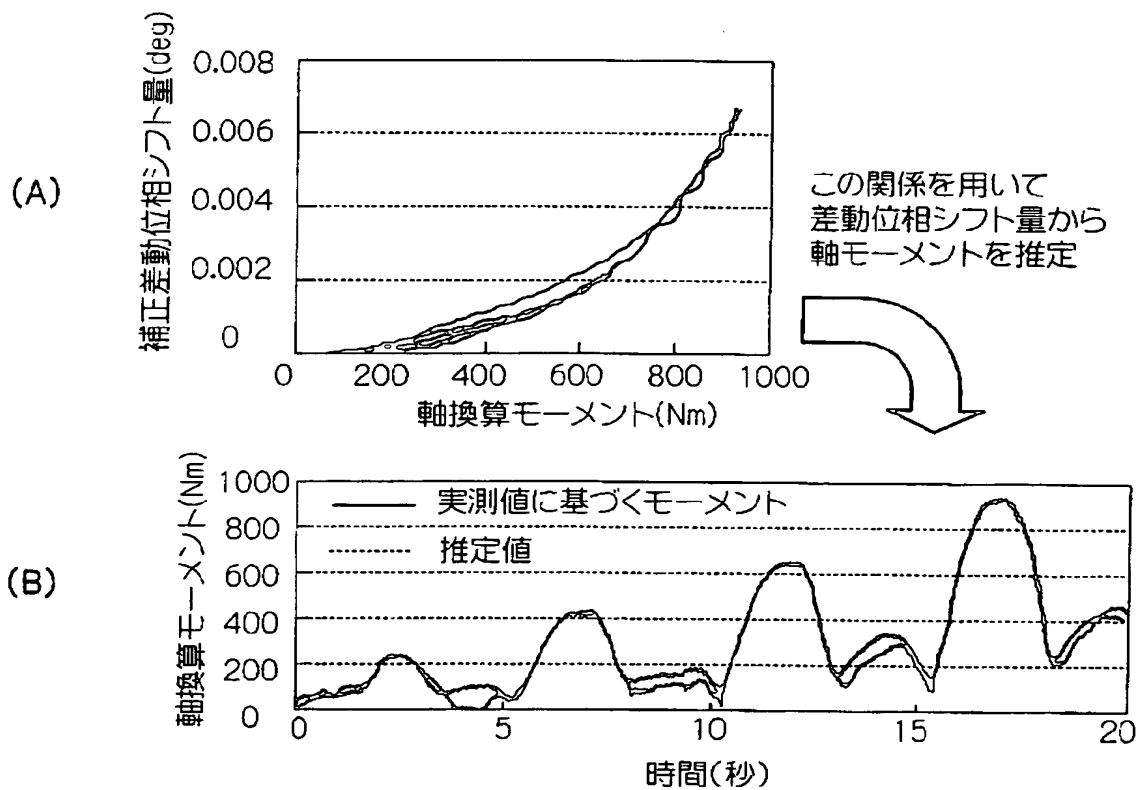
【図 9】



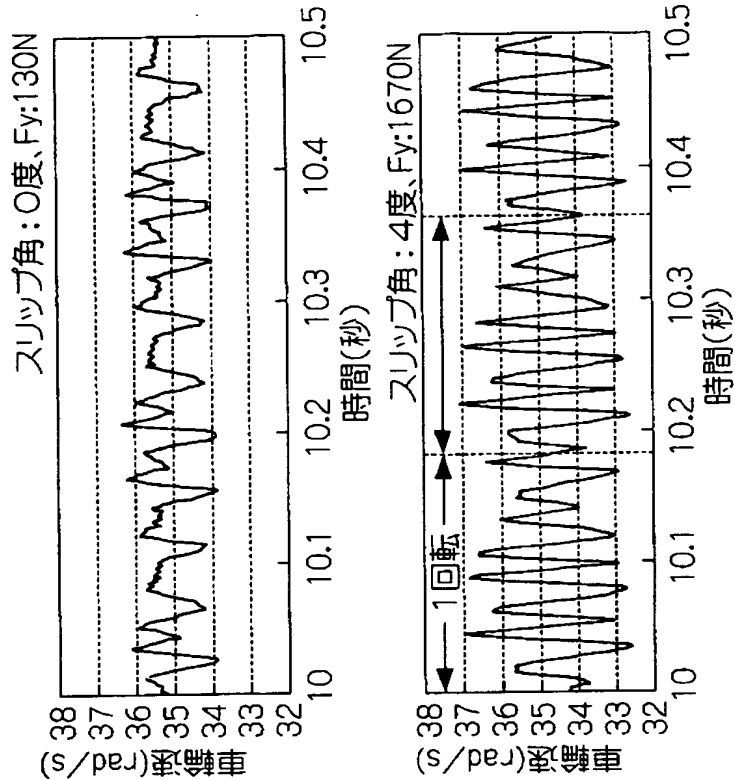
【図 10】



【図 11】

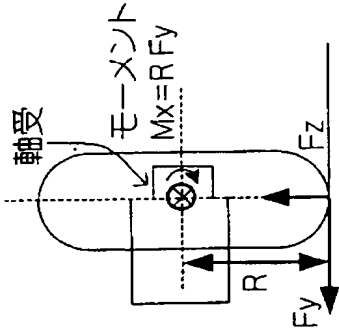


スリップ角発生時の検出速度の挙動

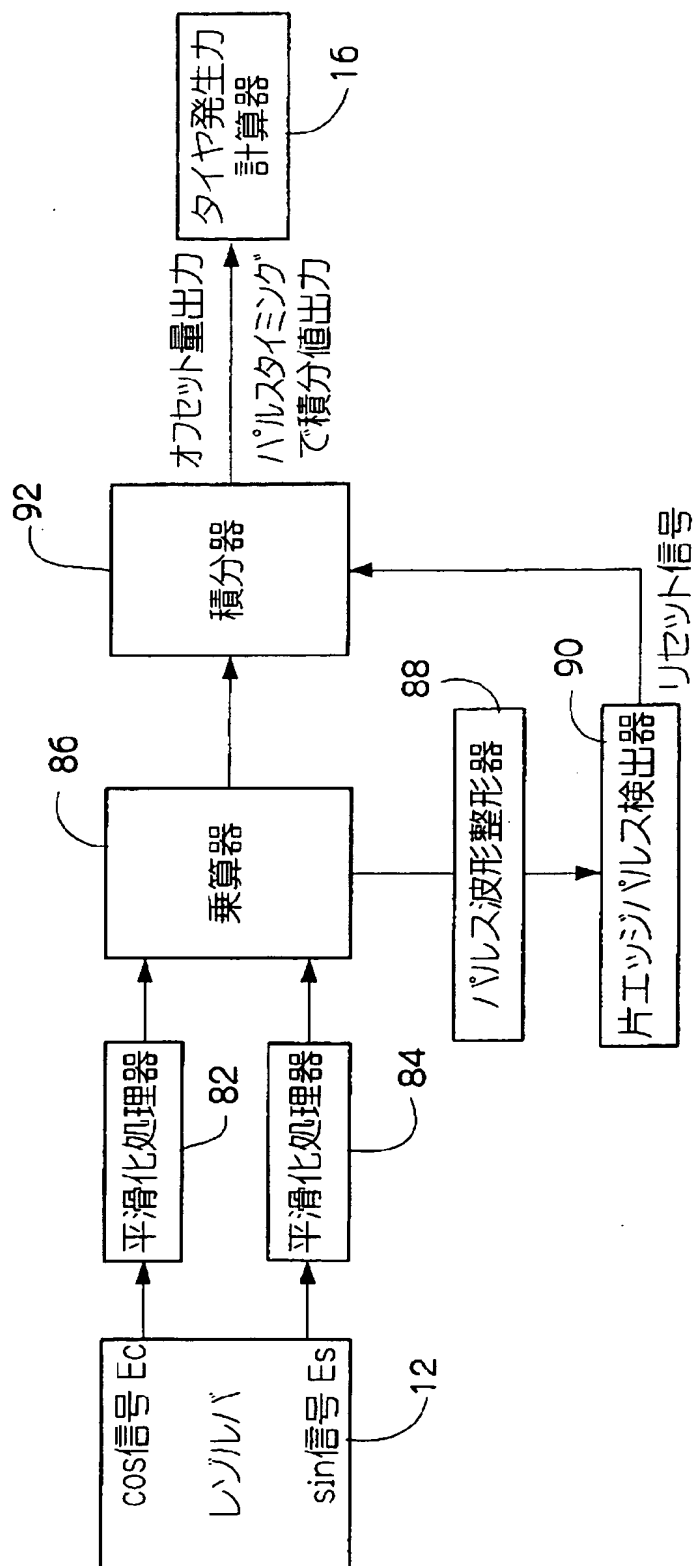


(輪荷重: 2000N, 速度: 40km/h)

シジルの車輪速度信号

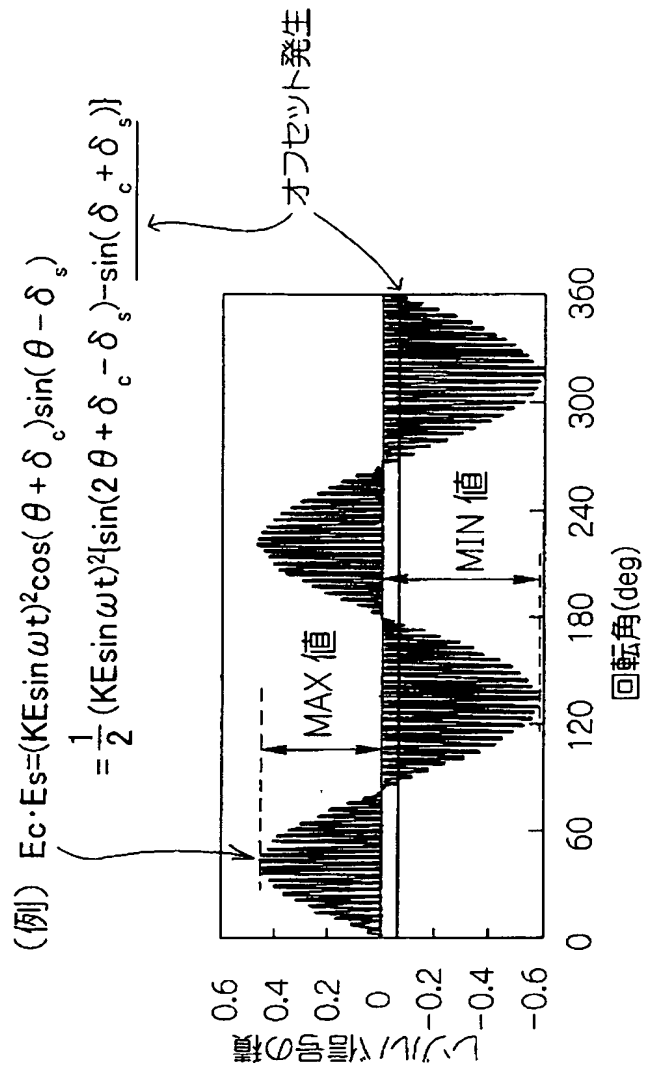


【図 13】



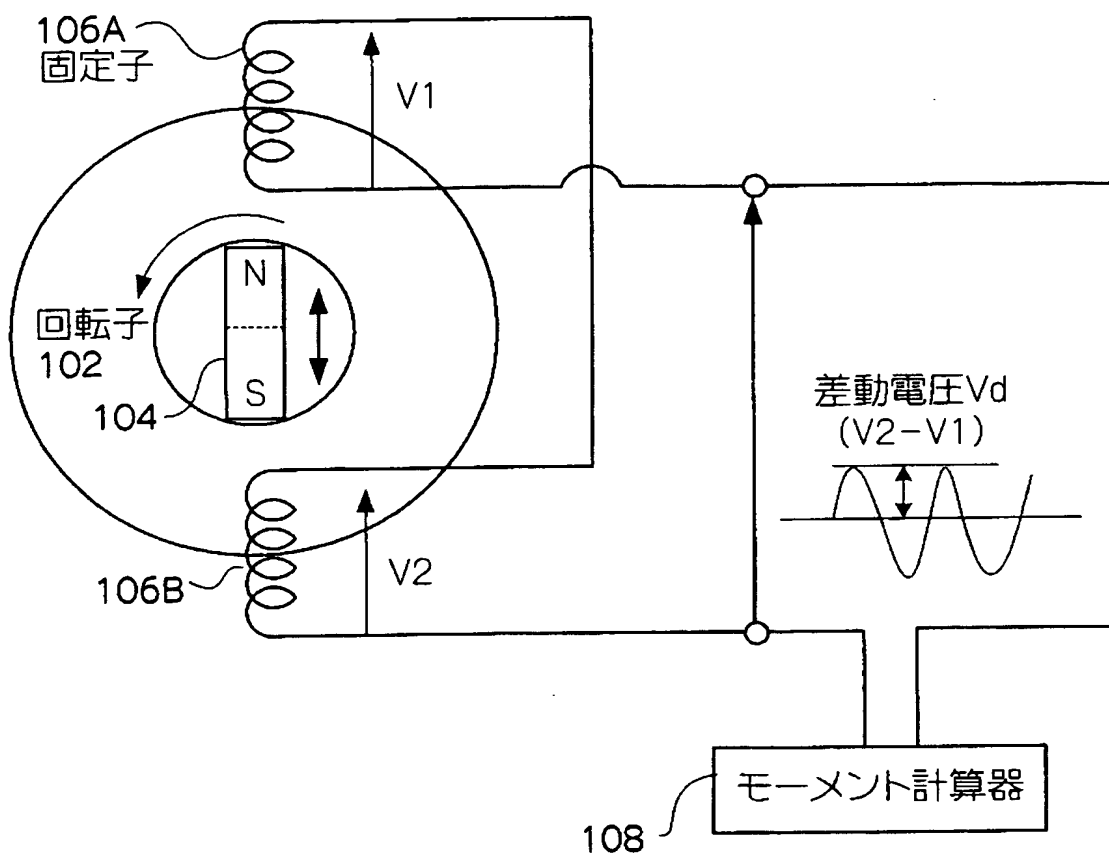


【図 14】

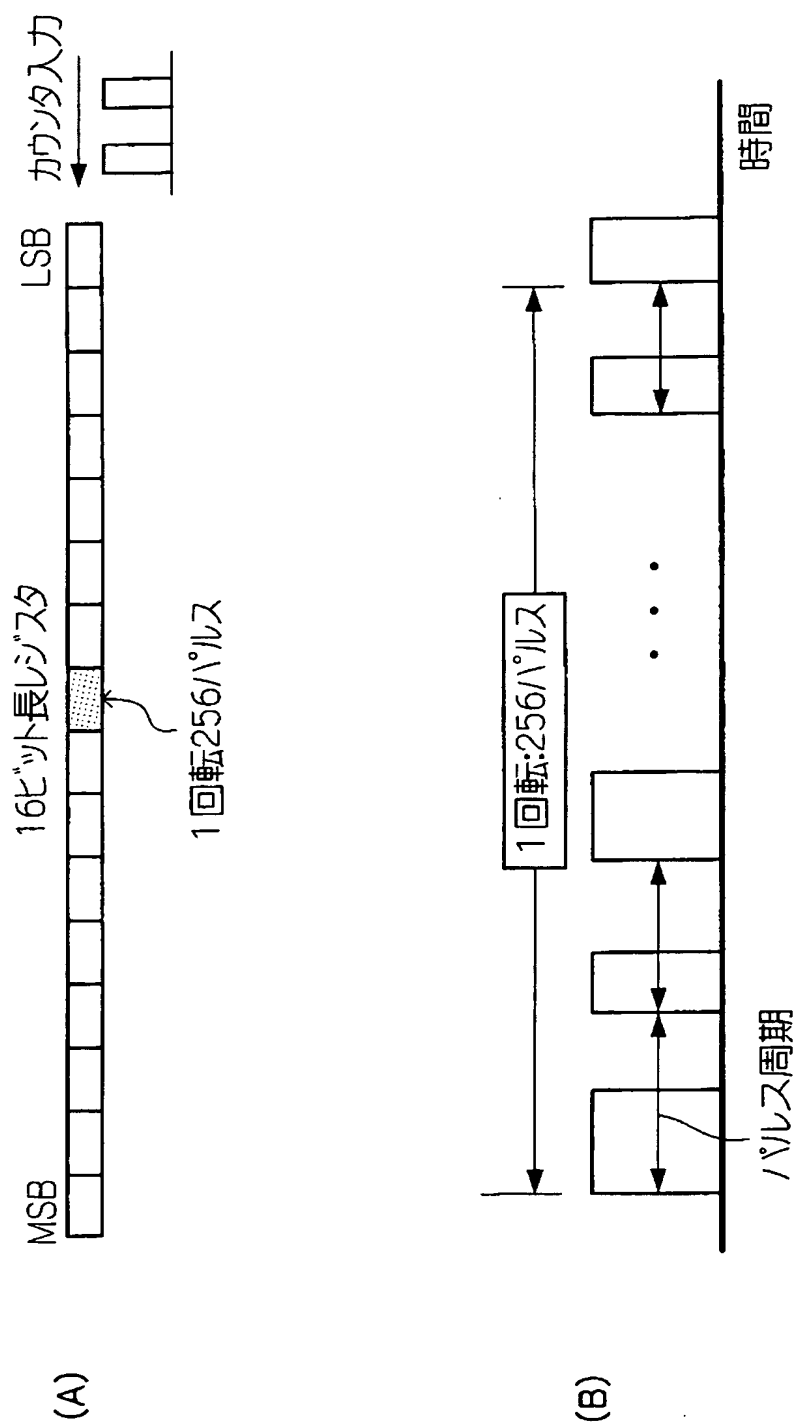


BEST AVAILABLE COPY

【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信頼性の高いモーメント検出装置及びタイヤ発生力検出装置を提供する。

【解決手段】 レゾルバ 12 は、回転体が回転する基準となりかつ回転平面と平行な成分の力が加わると位置がずれる固定子側の回転軸の位置変化及び該回転体の回転状態に応じて大きさが周期的に変化する複数の信号を発生する。R/D 変換器 14 は、周期が回転体の回転角の回転角及び前記回転軸の位置ずれに対応するパルスを発生する。タイヤ発生力計算器 16 は、前記パルスから、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量を検出し、回転軸の位置ずれによって変化する特徴量と回転軸の軸剛性とに基づいて予め定められた関係と、検出された特徴量と、に基づいて、該モーメントを検出し、タイヤ発生力を計算する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 0 8 1 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 6 0 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1

氏 名

株式会社豊田中央研究所